

## PROBLEMAS ACTUALES DE LA MEDICINA DE LA AVIACION Y LOS VUELOS DEL ESPACIO

por el Dr. HEINZ VON DIRINSHOFFEN

De las Universidades de Munich y Francfort

Con el aumento de las velocidades y las alturas en los vuelos aumentan los peligros de una disminución de la suficiencia que puede llegar hasta la incapacidad absoluta en determinadas circunstancias, con riesgo para la salud y la vida por influjos de naturaleza física. Influyen especialmente aquí las grandes aceleraciones en los virajes, los saltos en paracaídas en caso de accidente, y los aterrizajes forzosos, así como los riesgos de la escasa presión atmosférica, que puede llegar al vacío por fisura en la cabina de presión y en el "salto" desde grandes alturas, que por lo demás en Norteamérica, en el curso de un ensayo con el globo estratosférico, se realizó sin novedad incluso desde una altura de 32 kilómetros, a pesar de que la presión atmosférica es aquí 1% de la normal. En esta ocasión el paracaidista probó un traje especial de construcción novísima.

En el salto en paracaídas desde escasa altura con velocidad supersónica el roce del aire puede ser muy peligroso, tanto por la resistencia como por el calor producido. Si con velocidad doble de la del sonido, por ejemplo, utilizara un piloto el asiento de lanzamiento corriente, la aceleración negativa después del salto sería cien veces mayor que la aceleración de la tierra, con la consecuencia de lesiones mortales. Además, a quien así se lanzara sin protección especial, el roce del aire le produciría graves quemaduras. La técnica aviatoria ha recurrido aquí ya al sistema de cabinas de lanzamiento impulsadas por cohetes hacia adelante y hacia arriba para hacer posible el salto en todos los casos de emergencia.

Los efectos de los influjos físicos en la aviación sobre el organismo humano, son hoy lo suficientemente conocidos para permitir proporcionar a la técnica de la locomoción aérea los datos y consejos que necesita para adaptar los aviones y su equipo, en la máxima medida posible, a las condiciones de rendimiento más favorables para la tripulación y al óptimo de comodidad para los pasajeros, así como para la necesaria protección en caso de accidente.

Debe tratarse aquí muy especialmente de una transacción, lo más favorable y ventajosa posible para todos, entre los puntos de vista de la medicina de la aviación y los requerimientos técnicos con el fin de llegar a los mejores resultados en lo que atañe a rendimiento y seguridad, lo que sólo puede lograrse por medio de una estrecha y comprensiva colaboración entre técnica aviatoria y medicina.

El desarrollo de la navegación espacial ha traído consigo nuevos problemas de la medicina derivados de causas físicas al contarse con una falta de gravedad prolongada y con la acción de las pesadas partículas

de la radiación ionizante de alta energía fuera de la protección de la atmósfera terrestre.

Los efectos del estado de ingravidez, antes del lanzamiento afortunado de la primera nave del espacio tripulada, sólo habían podido ser comprobados, en breves lapsos de un minuto, por medio de los llamados vuelos parabólicos. Sin embargo, también en la órbita de un satélite terrestre con monos (Norteamérica) y perros (Rusia), al ser recuperados en excelentes condiciones estos primeros navegantes espaciales. En los electrocardiogramas y registros de la respiración radio-transmitidos no se evidenciaron, debido a la falta de gravedad, síntomas de intolerabilidad apreciables. Basándose en estos ensayos la mayoría de los expertos en medicina del espacio opinó que sólo las personas con escasa tendencia a trastornos provocados por el movimiento, como son el mareo en el aire y el mar, son aptas para habituarse, en suficiente medida, al estado de falta de gravedad. Con la ingravidez muy prolongada, sin embargo, debe contarse con una disminución de la tolerabilidad a las aceleraciones, especialmente en la dirección longitudinal.

Claro que sería deseable una gravedad artificial para navegaciones espaciales de larga duración, lo que podría lograrse, por ejemplo, con las rotaciones de una nave de forma alargada o de anillo. Ahora bien, sólo podremos saber si las ventajas así obtenibles superarían los trastornos que estas rotaciones podrían provocar, cuando averiguemos la fuerza mínima que una gravedad artificial debería tener para ser verdaderamente útil y qué número de rotaciones con baja gravedad podrá soportar el ser humano sin graves fenómenos de mareo en virtud de los movimientos de cabeza, consecuencia de las aceleraciones. Todavía en febrero de 1961 escribí lo siguiente refiriéndome al tema de la falta de gravedad: "Sobre estos problemas pronto estaremos en condiciones de saber algo más cuando sean realidad los vuelos de satélites tripulados, cercanos a la tierra, planeados para el próximo año.

Las esperadas aceleraciones de arranque, con aumentos de peso de hasta nueve veces, en la dirección espalda-pecho, no rebasan el límite de lo tolerable. Lo mismo puede decirse de las aceleraciones negativas al penetrar de nuevo la cápsula espacial en la atmósfera terrestre... ciertamente solo si todo funciona bien. De otro modo, debido a posibles y fuertes desviaciones del ángulo de entrada previsto y a imprevistas rotaciones de la cápsula por insuficiente estabilización, existe el peligro de altas e insoportables aceleraciones de la más diversa clase y aumentos de temperatura en la cabina, insoportables igualmente.

Por eso en los Estados Unidos y en la URSS la medicina del espacio procura adaptar al posible a los futuros astronautas, elegidos tras rigurosa selección, a las exi-

gencias de la indispensable técnica, bien insuficiente aún, dada la importancia del hombre en la navegación del espacio, sometidos a un variado y duro entrenamiento en grandes centrifugas, con rotaciones suplementarias de la cabina lanzada de cualquier modo y en torno a diversos ejes, y con sacudidas y artilugios de vibración, con vuelos parabólicos donde se produce la falta de gravedad, con cámaras de ruidos tremendos y de extremo silencio, con pruebas de resistencia al calor, etc. Para soportar las aceleraciones de arranque y de vuelta a la atmósfera los tripulantes de una cápsula espacial deberán ir incrustados en una "camilla de contorno", adaptada al contorno del cuerpo con impecable exactitud. Incluso se ha pensado en aumentar la tolerancia a las aceleraciones introduciendo al navegante del espacio en una cápsula llena de agua, lo que ciertamente mejoraría en más del doble la tolerancia, pero que apenas sería aplicable en la práctica. Estos esfuerzos, que se sitúan en la fase de iniciación de la navegación espacial, apremiada por la competencia entre Este y Oeste, son de necesidad urgente por motivos de seguridad y serán útiles también más adelante.

Sin embargo, mucho más importante que la adaptación humana, fisiológicamente limitada, a la técnica de la navegación espacial, es la adaptación técnica a lo que requieren las tripulaciones de las naves del espacio para una capacidad de rendimiento lo menos perturbada posible, especialmente en las fases críticas del vuelo".

Entretanto la navegación humana del espacio ha llegado a ser realidad antes de lo que esperábamos.

Ya el 2 de abril de 1961 el ruso Yuri Gagarin circunvoló la tierra en dos horas en la nave espacial "Vostok 1", retornando a nuestro planeta sano y salvo.

El 5 de mayo fue lanzado el pionero norteamericano Alan B. Shepard en una cápsula Mercury con un cohete Redstone, recorriendo 486 km y alcanzando una altura máxima de 190 km en impecable vuelo balístico.

El 21 de julio repitió este vuelo balístico el norteamericano J. Grisson, en ensayo igualmente afortunado. En estos dos casos la aceleración negativa al penetrar de nuevo en la atmósfera terrestre ascendió a 10,2 y 11 veces, respectivamente, la aceleración de la tierra.

Ambos pilotos pudieron dirigir perfectamente sus cápsulas Mercury en el espacio con la ayuda de pequeños cohetes de retroceso.

El 6 de agosto el ruso G. Stepanovich Titov, en una cápsula espacial de 5 toneladas—"Vostok 2"—circunvoló la tierra 17 veces en un vuelo de 25 horas de duración, aterrizando ileso y en buenas condiciones de salud.

Gagarin soportó las 2 horas de falta de gravedad sin la menor perturbación. Pero Titov sintió malestar durante algunas horas, normalizándose su estado al permane-

cer durante algún tiempo en absoluta quietud. Pudo después dormir tranquilo varias horas, incluso media hora más del tiempo previsto en el programa. Durante el vuelo su pulso registró una frecuencia media de 88 pulsaciones por minuto en estado de vigilia. Durante el sueño disminuyeron a 58. El ritmo de la respiración fue acelerado hasta 15-18 por minuto, debido probablemente a la acumulación de ácido carbónico en la cabina.

Titov había tolerado antes perfectamente todas las pruebas de tendencia a "enfermedades del movimiento", como mareo en el aire y en el mar, así como los vuelos parabólicos con un minuto de falta de gravedad. Si el malestar se le produjo a causa de la larga duración de la falta de gravedad o debido a movimientos demasiado bruscos después de desabrocharse, parece no estar suficientemente aclarado. Lo más probable es que el malestar se debiera a lo último. La mejoría que experimentó con la quietud es aquí elocuente.

Titov pudo también —lo mismo que Shephard y Grisson— dirigir sin dificultad su cápsula espacial por medio de chorros de retroceso y cumplir su prolijo programa de observación.

Puede, pues, el navegante del espacio, en caso de fallar la dirección automática de su cápsula, buscar la posición adecuada en el momento de penetrar nuevamente en la atmósfera, evitando que su nave pueda encenderse como un meteoro en la envoltura de aire de nuestro planeta.

Frente a todos los avances de la automatización habla esto a favor de la utilidad de las funciones humanas para asegurar el vuelo en la nave espacial (1).

En todo caso los vuelos tripulados cumplidos hasta ahora han demostrado que el ser humano puede soportar una falta de gravedad de muchas horas sin serias perturbaciones. Futuros vuelos espaciales deberán decirnos si deberá evitar determinados movimientos.

Efectos nocivos en la salud debidos a la radiación cósmica no han sido observados hasta ahora en ningún astronauta. Ahora bien, las órbitas de vuelo de sus cápsulas espaciales pasaron, todas, a gran distancia bajo el peligroso cinturón de radiación cósmica que rodea la tierra.

La amenaza que significa para el hombre una muy energética radiación cósmica fuera de la protección de la atmósfera terrestre, especialmente por el cinturón radiactivo que rodea la tierra, cuya primera descripción científica se debe al norteamericano Van Allan, está lo suficientemente investigada para poderse afirmar que vuelos espaciales de varios días, agende o allende dicho cinturón radiactivo, pueden verificarse sin temor a

serias consecuencias y sin especial protección, siempre que no coincidan con fases de fuertes erupciones solares. En lo que se refiere a vuelos a través del cinturón radiactivo, la duración admisible y la protección necesaria pueden calcularse con bastante exactitud, ya que la radiación peligrosa consta aquí de protones y electrones, cuya acción biológica conocemos suficientemente. La protección necesaria es casi seguro que entra dentro de lo factible para la técnica de la navegación del espacio en un plazo prudencialmente breve.

Sobre los efectos biológicos de las partículas pesadas de la radiación cósmica sabemos aún demasiado poco para poder determinar la dosis admisible. La necesaria protección exigirá un grosor de blindaje que por lo pronto sería excesivo para los vuelos del espacio. Afortunadamente el número de partículas de los rayos cósmicos que "hace blanco" (de ellas sólo un 1-2% de partículas nucleares pesadas, que ciertamente constituyen  $\frac{1}{3}$  de la energía radiactiva total) es tan escaso, que incluso tal vez sea admisible un período de exposición de un mes. Como no podemos generar en el laboratorio rayos de tan pesadas partículas, con energías que ascienden a billones de voltios electrónicos, deberemos probar primero su acción biológica en grandes animales elevados en globos hasta una altura de 30 km y en cápsulas espaciales en el vuelo de un satélite, estudiando prolijamente los efectos, antes de exponer al hombre por un lapso prolongado a la acción de estos rayos cósmicos, cuya brecha de perturbación y destrucción en los tejidos abarca mil veces más células que los rayos Röntgen y los del radium.

La eficaz regeneración del aire en la cabina hermética de una nave espacial y la conservación de un clima soportable en el ámbito, así como la eliminación de las secreciones, es un simple problema técnico para viajes relativamente cortos en un satélite. Para viajes espaciales de más larga duración tendrá importancia la recuperación del agua secretada con el objeto de ser utilizada como bebida nuevamente. Finalmente, y hasta donde ello sea posible, deberán ser recuperadas todas las substancias secretadas para la respiración y la nutrición. Sólo parece ser esto posible recurriendo a procedimientos biológicos, valiéndose de cultivos de algas y de bacterias disociadoras de la orina, lo que se investiga ya con buenas perspectivas de éxito.

Para el hombre cobra el carácter de angustiosa falta de tiempo el hecho de disponer de menos tiempo del que necesita. Cuanto más tiempo falte, más desciende la eficacia del rendimiento, en un declive que se va haciendo rápidamente más pronunciado. Ya la sensación de no disponer de tiempo disminuye el rendimiento y aumenta el esfuerzo.

La necesidad de tiempo del ser humano es una magnitud psicofisiológicamente condicionada. Aumenta con

<sup>1</sup>Hasta ahora han cumplido sus misiones con éxito 4 rusos y 6 norteamericanos, habiéndose llegado por los astronautas rusos a una duración de 74 horas y por el norteamericano Gordon Cooper a una duración de 34 horas.

la complicación del rendimiento requerido, siendo aquí las diferencias individuales tanto mayores cuanto mayores sean las exigencias que a las altas funciones intelectuales se le planteen.

Para reacciones de máxima simplicidad, como oprimir un botón ante el aviso de la esperada señal óptica o acústica, necesita el hombre 0,2-0,3 segundos, para captar una situación sencilla y obrar con reflexiva rapidez, como iniciar un viraje adecuado a la vista de un avión en dirección contraria dentro de la línea de colisión, unos 2 a 5 segundos. En algunos casos bastan 2 segundos para que dos aviones que vuelan en dirección contraria se acerquen 500 metros, y con el empleo de bólidos con velocidad tres veces la del sonido, que acaso en sólo 5 años se adoptarán para el tráfico aéreo, incluso 1.800 metros. Aunque los pilotos no tuvieran otra cosa que hacer que escuchar a la espera de posibles aviones en la línea de colisión, estarían hoy exigidos en sobrecarga, pues incluso con buena visibilidad necesitarían más tiempo del que disponen entre la vista del avión disparado y su proximidad crítica.

Basta una ojeada al tablero de instrumentos de un gran avión moderno para darse cuenta de que el piloto tiene harta faena para dedicarse a escrutar el vacío, lo que le sería, además, completamente imposible. Por eso el único recurso eficaz para evitar una colisión es el constante control de todo el tráfico aéreo desde tierra, ya que la señal de posible choque por el radar de a bordo es bien problemática.

La misión de la seguridad de vuelo, de especialísima importancia, naturalmente, en las nubes y con mala visibilidad, con la creciente intensidad y velocidad del tráfico plantea al personal exigencias mayores cada día. Ya hoy mismo los encargados del control y la señalización radiofónica, sufren de angustiosa premura de tiempo, a pesar de lo intensamente que se procura facilitar su tarea con la ayuda de "autómatas".

En la tarea de controlar y asegurar el tráfico aéreo desde tierra representa, pues, el factor hombre, un papel de importancia mayor cada día en lo que se refiere a seguridad de vuelo para evitar el choque y para la garantía de un aterrizaje normal, mientras no se lleguen a introducir el despegue y el aterrizaje verticales.

Por eso se incluye entre las tareas de la medicina de la aviación el preocuparse de la recíproca y favorable adaptación entre hombre e instrumental en servicio de la seguridad de vuelo. Trátase aquí de problemas de medicina del tráfico y de problemas psicológicos, así como de tareas antropotécnicas en el sentido de la "human engineering".

La futura navegación del espacio requiere un sistema de seguridad que abarque el planeta íntegramente, un sistema de máxima celeridad de acción y de máxima precisión, al que sólo podrá llegarse si se logra una articulación de las funciones humanas en forma de que

puedan ser empleadas sin la angustia de tiempo que les resta holgura y eficacia.

En la defensa aérea se sitúa hoy el problema de la angustia de tiempo en prestancia de primer término, limitando aquí la necesidad humana de tiempo, en cuanto no es posible sustituirla instrumentalmente, la celeridad de la acción. En este aspecto y de muy especial modo en lo que se refiere al problema de qué misiones militares del futuro podrán ser aún cumplidas por aviones tripulados, es de suprema urgencia la colaboración intensa de la medicina de la aviación, incluso en la planificación de los programas. Deberá, pues, ocuparse activamente de la investigación de la merma de rendimiento humano debida a la angustia de tiempo bajo los más diversos agobios físicos.

También para el desarrollo de las medidas e instrumental de salvamento en casos de accidente representan el tiempo requerido y el tiempo de que se dispone un papel decisivo, tanto por la creciente velocidad de los aviones como por el desvanecimiento rapidísimo que puede provocar un repentino descenso de la presión en la cabina altimétrica. Ya a una altura mayor de los 16 kilómetros, por ejemplo, en un caso así el aviador sólo dispondría de una reserva de tiempo de 10 a 15 segundos para eliminar un defecto del dispositivo automático de su traje protector.

Como no es posible pensar en estos trajes para los pasajeros, los futuros aviones de línea con velocidad tres veces la del sonido, que volarán a unos 20 kilómetros de altura, deberán estar tan asegurados contra un descenso de la presión en la cabina altimétrica como los actuales contra la rotura de un ala durante el vuelo.

Cuanto mayores sean las reservas de tiempo que pueda cederle al hombre la técnica con la automatización de muchas de sus funciones, tanto más eficaz será su acción en casos de accidente. Por falta de requerimiento hay también una sobrecarga de esfuerzo, ciertamente, como cuando, tras prolongada inactividad, sobreviene una repentina situación crítica, caso que habrá que tener en cuenta en viajes espaciales de larga duración.

Antes de que eso llegue, sin embargo, la tripulación de una nave espacial tendrá tan endiablada cantidad de cosas a que atender, es decir, tendrá que estar tan atenta a todo, que ninguna situación repentina podrá sorprenderla. De esta preocupación se encontrará completamente libre.

En la fase especialmente crítica del reingreso a la atmósfera se dispone de muy poco tiempo para correcciones del ángulo de entrada, por ejemplo, así como para restablecer, en caso necesario, la posición de la nave espacial. Por eso las manipulaciones requeridas deberán ser ejercitadas hasta el punto de que adquieran casi el carácter de reflejos. La medicina del espacio deberá preocuparse de que lo que aquí se pide de

los sentidos y la facultad de reacción no rebasa los límites de la capacidad humana.

Si consideramos todos estos problemas psicológicos matizados en la menor medida posible por la repulsa de ser el punto de vista de la noción del mundo o por el entusiasmo hacia la navegación espacial, se concentran en las siguientes preguntas:

- ¿Son de esperar perturbaciones psíquicas que pongan realmente en tela de juicio el viaje del espacio debidas a la lejanía de la tierra en el reducidísimo ámbito de vida de una nave espacial o una cápsula espacial en virtud de la sensación de absoluto desamparo?
- ¿Podrá la tripulación soportar el gran riesgo de un viaje espacial, incluso durante un lapso prolongado, libre de perturbaciones?
- ¿Qué medidas parecen ser de especial importancia con el designio de restringir el agobio psíquico de los navegantes espaciales?

En los círculos formados en la escuela de la psicología profunda, especialmente en aquellos que ven con honda preocupación cuanto acontece en nuestra era de átomos y cohetes, se escucha a menudo la opinión de que el ser humano no está en condiciones de soportar lo que de él exigen los viajes del espacio.

El conocido internista de Hamburgo prof. Dr. A. Jores, por ejemplo, pretende que el ser humano difícilmente podrá sobreponerse, sin las graves perturbaciones nerviosas provocadas por la "sensación" de absoluto desamparo, a las vicisitudes de un viaje espacial.

Este criterio es hijo de presunciones que pueden responder a hechos en los comienzos de la navegación espacial en la órbita, próxima a la tierra, de un satélite, cuando debido a un defecto técnico se hace problemático un próximo regreso a la tierra, y también, acaso, cuando falla la comunicación radiofónica. Pero se trata sólo de excepcionales infortunios.

Ahora bien, si el cosmonauta puede estar, con buena garantía, en constante comunicación con la tierra de modo que, en caso necesario puede volver a ella en cosa de una o dos horas, su desamparo y el riesgo de su situación no son mayores que los de Lindbergh durante el primer vuelo transatlántico. Treinta y tres horas y media permaneció completamente solo en la minúscula cabina de su monomotor, en medio de las nubes y la mayor parte del tiempo sin comunicación por radio con la tierra firme. Las perspectivas de salvamento en caso de un descenso forzoso sobre un mar agitado eran mínimas.

El mayor Simon, médico de la aviación norteamericana, permaneció durante 24 horas en una pequeña cabina de presión colgada de un gigantesco globo libre a 30 kilómetros de altura, es decir, hasta el estado de falta de gravedad, en condiciones parecidas a las de los viajes del espacio. En ambos vuelos sobrevinieron situa-

ciones críticas en las que estos pioneros de la navegación del aire y del espacio se pusieron algo nerviosos, pero sin que se produjeran serias perturbaciones en su capacidad de rendimiento y sus posteriores trastornos. En su vuelo a gran altura Simon pasó también por las sensaciones, en parte exultantes y en parte deprimentes, del desasimiento terrenal, descritas ya por los pilotos de los aviones a chorro después de vuelos a grandes alturas. Claro que con las informaciones sensoriales publicadas por la prensa y con los solemnes cuestionarios enviados a los pilotos por los investigadores médicos de la aviación, acabó siendo "de buen tono" pasar por sensaciones así durante el vuelo a grandes alturas. Tras ellas se oculta la naturalísima preocupación por los peligros reales de semejantes vuelos. Ahora bien, ningún apremiante motivo existe para suponer que tales sensaciones pongan fundamentalmente en tela de juicio la navegación del espacio, sobre todo si se tiene en cuenta que para ella se eligen tripulantes con buenos nervios.

Después de los vuelos espaciales de 3 y 25 horas de Gagarin y Titov, puede asegurarse con fundamento que los problemas psicológicos de terrenal desasimiento y desamparo se han exagerado considerablemente. No debemos subestimar, ciertamente, el agobio nervioso y psíquico de un viaje espacial de semanas y meses.

El silencio de la navegación espacial, tan a menudo citado, no parece ser un auténtico problema mientras funcione bien la comunicación por radio con la tierra. En caso necesario puede anularse este silencio con aparatos de cinta magnética, si el fondo de ruido del generador de aire de la cabina fuera demasiado débil.

En ensayos realizados con personas encerradas en una cabina, a las que se privó de toda impresión óptica y acústica excepto la visión de una pantalla vacía, fue posible provocar alucinaciones de distinta naturaleza. Pero no es esta la situación de la navegación espacial donde las tripulaciones se encuentran suficientemente ocupadas en la observación de los instrumentos, de las estrellas, de la tierra con sus nubes cambiantes y otras cosas más. Además, para viajes espaciales de larga duración seguramente se tripularán las cabinas con dos personas por lo menos, lo que disminuirá esencialmente la tensión psíquica.

Que personas de buenos nervios y alta disponibilidad pueden soportar 8 días de aislamiento en una minúscula cámara sin esencial perturbación de su capacidad de rendimiento, lo han demostrado, en forma inequívoca, experiencias realizadas en los Estados Unidos. Y la tarea del test fue seguramente menos estimulante que la misión de un vuelo espacial. Faltaba también el estímulo de la empresa heroica ante los ojos del mundo.

Con las altas aceleraciones de arranque y de reingreso a la atmósfera, la navegación del espacio exigirá por lo

pronto altas tensiones físicas a la tripulación, así como considerable tensión psíquica ante la posibilidad de perturbaciones técnicas. Cuanto más se logre disminuir estas preocupaciones mayor será la capacidad de rendimiento de los tripulantes para evitar, eliminar o compensar desperfectos posibles.

Claro que en la actual fase de la navegación espacial incipiente las insuficiencias técnicas son inevitables. Son grandes sus peligros para la vida de las tripulaciones.

La conquista del aire sobre la tierra con aviones de motor costó muchas víctimas. Pero los primeros aviones fueron armados más o menos empíricamente y la medicina empezó apenas a darse cuenta de su misión para la seguridad del vuelo.

Hoy la técnica de la navegación del espacio y la medicina trabajan en estrecho contacto hace ya una década

con el propósito de restringir en la máxima medida posible el peligro que la navegación espacial significa para el hombre. Y con 50 años de técnica de la aviación a la espalda disponemos de un verdadero tesoro de experiencias que han "enchufado" con la más inconcusa naturalidad en la técnica de la astronáutica. Centenares de médicos, biólogos, físicos y técnicos investigan hoy, con enormes recursos materiales y mecánicos, cuanto pueda significar seguridad en la navegación del cosmos, comunicando los resultados de sus experiencias en congresos internacionales y revistas especializadas. Por eso podemos esperar con fundamento que el número de víctimas de esta grandiosa empresa de la humanidad será escaso en comparación con la "conquista del aire", si bien ninguna nación quisiera dar por supuesto que en la responsabilidad de lo que se arriesga ha ido demasiado lejos.

## ¿HAY VIDA BIOLÓGICA EN OTRAS ESTRELLAS?

por los Drs. FRANCIS JACKSON y ALBERT JACOB

¿Hay vida en otros mundos? Desde centurias esta inquietante y fascinante interrogación ha preocupado al hombre, habiendo sido las respuestas, en buena parte, puramente especulativas, por evidentes motivos. Ahora bien, en la fase de la evolución científica y técnica en que nos encontramos se ha reactualizado la antiquísima preocupación, incluso en forma apremiante: se ha iniciado la era de los vuelos espaciales y tarde o temprano pondrá el hombre su planta en la luna y los planetas y es de increíble importancia que, hasta donde es posible y con la exactitud posible, pueda calcular lo que allí le espera.

La tierra es el único planeta del que sabemos, con seguridad absoluta, que contiene organismos vivos. Si podemos establecer teorías, en cierto modo dignas de crédito, sobre el modo cómo ha surgido la vida en la tierra, podremos derivar de ellas las correspondientes teorías sobre la probabilidad de la existencia de formas de vida semejantes en otros planetas. Creemos hoy que la génesis de organismos vivos en la tierra es consecuencia de las condiciones imperantes después de la formación de nuestro planeta. Estas primarias y originarias condiciones experimentaron, con el transcurso

del tiempo —en parte como secuela de la existencia misma de los primeros organismos vivos— evoluciones progresivas, en cuyo proceso se estimuló y favoreció la evolución de nuevas formas de vida.

Un importante problema ha quedado hasta hoy sin resolver: el de si en la génesis de los organismos vivos existió una fase en la que se dio la en sí improbable coincidencia de múltiples átomos o moléculas, por modo que se produjese algún tipo de substancia —digamos, por ejemplo, un complicado ácido nucleico— generadora del proceso de la evolución biológica. Muchos investigadores creen que nos aferramos demasiado a una teoría según la cual es improbable la génesis de la vida de sí misma; en un cuerpo celeste como la tierra, que gira alrededor de otro, deben darse, de modo necesario, las premisas que infaltablemente conducen a la formación de las moléculas que a su vez pueden agruparse en sistemas vivos. Considerado el problema desde este ángulo, cabría presumir que en todos los planetas más o menos semejantes a la tierra puede surgir o haber surgido la vida dentro de parecido lapso después de su formación. Ahora bien, si son en gran medida improbables una o varias de las reac-